

# 항균성을 부여하기 위한 세탁과정에서의 은콜로이드 용액 처리

정혜원 · 김현숙\*

인하대학교 의류디자인학과, \*(주) 삼성전자 DA연구소

## Colloidal Silver Treatment of Cotton Fabrics after Washing to Impart Antimicrobial Activity

Hae Won Chung · Hyun Sook Kim\*

Dept. of Fashion Design & Textiles, Inha University

\*Samsung Electronics Co., Ltd

(2004. 5. 18. 접수)

### Abstract

Underwear is laundered frequently and most of them is made of cotton, but a cotton fiber is more difficult to modify than a synthetic fiber. We have attempted to determine the optimum conditions necessary whereby the lowest concentration of silver solution is needed to produce the greatest antimicrobial properties of cotton fabrics. For this study, colloidal silver was made by electrolysis. The concentration of colloidal silver was increased by increasing the area of the silver plates submerged in the water, the water temperature, the water hardness and the flow time of the water per 1l. However, the colloidal silver concentration was decreased by extending a space between the silver plates and increasing the water velocity. Cotton fabrics treated in the washing machine with 1.3 ppm colloidal silver solution for 10 minutes had effective microbial properties and an unperceivable reduction of reflectance.

**Key words:** Antibacterial property, Launder, Colloidal silver, Electrolysis, Reflectance; 항균성, 세탁, 은 콜로이드, 전기분해, 반사율

## I. 서 론

인류가 건강한 삶을 통해 행복을 추구하려는 요구는 그 어느 때보다도 높아지고 있는 실정이다. 최근 MRSA(Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus), SARS와 광우병 등의 발생과 well-being에 대한 관심 증가로 위생적인 환경의 조성을 매우 중요하게 생각하게 되었다. 그리하여 인체를 직접 둘러싸고 있는 의복으로 인체를 보호할 수 있는 위생적인 환경을 만들기 위하여 항균섬유 또는 항균 가공에 관한 연구와 개발에 대한 관심도 증가하고 있는 실정이다(권오경 외, 2003; 송화순, 김현진, 2003; 이훈주, 정성훈, 2001; 나노기술, 2004; 건강서츠, 2003; Lee & Jeong, 2002;

Mucha et al., 2002; Nakashima et al., 2001). 항균 소재는 피부 또는 의복에 서식하는 미생물을 사멸시킴으로써 인체가 세균 등에 의한 직접적인 해를 줄일 뿐 아니라, 피부나 의복에 남아있는 신체분비물 등의 유기 오염물질이 세균에 의해 분해되며 발생하는 악취를 막아주므로 소취성을 함께 갖게 된다.

섬유제품에 항균성을 부여하는 방법은 원사개량법과 후처리 가공법으로 나눌 수 있다. 전처리법은 인조섬유의 제조과정 중 방사원액에 항균 물질을 가하여 방사하는 방법으로, 비교적 세탁 내구성 등이 좋으나 항균제가 용출되어 나오는 경우가 아니면 섬유 표면의 위치에 위치한 성분만이 항균작용에 기여하므로 비효율적이다. 반면에 후처리 가공법은 모든 섬유에

적용할 수 있으나 세탁 내구성 등을 향상시키기 위하여 수지 등을 사용하여 항균 성분을 섬유표면에 고착 시킴으로써 촉감과 드레이프성이 좋지 않게 된다.

항균성이 가장 필요한 의류제품은 자켓, 코트 등의 의류보다는 인체와 접하는 내의류 또는 셔츠류라 할 수 있다. 이와 같은 내의류, 셔츠류는 촉감이 좋으며 흡습성이 우수하고 세탁에 강한 면섬유가 우리나라에서는 특히 선호된다. 면섬유에 항균성을 부여하기 위해서는 후처리 가공법만 가능하며, 사용하는 항균제는 독성이 적어 인체에 해를 끼치지 않아야 한다. 최근에는 인체에 해가 적은 천연 항균제로 동물성 다당류인 키토산 등에 관심이 증가하고 있는데, 키토산을 섬유에 부착시키기 위하여서는 수지, 또는 가교제를 사용하므로 촉감이 뻣뻣해지며(이재원 외, 1999), 사용하는 수지 또는 비닐 화합물의 가교제가 인체에 미치는 영향도 확인되어야 할 것이다. 그리하여 최근 인체에 독성을 가지지 않는 항균, 소취 섬유를 제조하기 위하여 광촉매인  $TiO_2$ 를 섬유에 처리하는 연구들이 보고되고 있다(권오경 외 2003; 오선화 외, 2002). 광촉매는 자외선 조사 시 광활성에 의한 산화, 환원반응으로 항균작용을 가지게 된다. 아나타제형  $TiO_2$ 를 섬유에 10%wt. 이상 도포하였을 때에 *Staphylococcus aureus*는 99% 이상 감소하였으나 *Klebsiella pneumoniae*는 48~73% 제거되었다(권오경 외, 2003). 광촉매도 섬유 표면에서의 농도가 높을 때에 효과가 있으며 균농도가 높으면 항균효과가 떨어진다고 보고하였다. 한편 은(silver)은 예전부터 식품에 사용할 정도로 인체에 해가 없으며, 매우 낮은 1ppm 이하의 농도에서도 살균효과를 갖는 것으로 보고되고 있다(高野光男, 横山理雄, 1991). 그리하여 최근 은입자의 크기를 나노화한 은콜로이드에 대한 관심이 증대하고 있으며, 이를 섬유에 적용하여 항균성을 부여한 연구도 보고되고 있다. 면섬유에 일정 농도의 은콜로이드 용액을 pad-dry-steam법으로 처리했을 때에는 10회 세탁 시 50ppm 이상의 농도에서 항균성을 나타내었으나 흡진법으로는 효과를 얻기 어려웠으며(이은지 외, 2001), 폴리에스테르 부직포는 은콜로이드 용액으로 처리하여 건조 후 증가된 무게가 섬유에 대하여 50ppm 이상일 때 항균성을 가지며, 또한 폴리프로필렌 섬유에 은 나노입자를 첨가한 복합섬유를 제조하였을 때에는 섬유 표면에 위치한 은입자만 항균성에 관여함을 보고하고 있다(여상영 외, 2001). 이상의 연구에서 은 입자는 섬유표면에 부착하여 미생물과 접촉되었을 경우에만

항균성을 나타내므로 내세탁성 등을 향상시키기 위하여 수지 등을 사용하는 것은 은콜로이드처리에 적합하지 않은 방법임을 알 수 있다.

본 연구에서는 세탁을 빈번히 행하는 면제품에 항균성을 부여하기 위하여 인체에 미치는 영향이 적으며, 살균 및 항균 효과가 우수한 은 콜로이드 용액을 세탁기에서 세탁이 끝난 후 처리할 수 있는 방법을 검토하였다. 은 콜로이드용액의 생성방법은 세탁기에 적용할 수 있도록 두개의 은판을 전극으로 사용하는 전기분해법을 택하였으며, 이 때 조건에 따라 생성되는 은 콜로이드 용액의 농도와 효율적으로 항균성을 부여하는 방법을 검토하였다. 또한 은 입자는 공기 중의 오존 또는 황 화합물 등에 의해 검게 변하므로, 백면포에 항균성을 가지도록 은콜로이드 용액을 처리하였을 때의 백도 변화도 조사하였다. 세탁기로 세탁 후 은콜로이드 용액을 처리하는 방법은 최근 관심을 끌고 있는 세탁조 외벽에 심하게 서식하고 있는 곰팡이(곰팡이 제거, 2003)에 대한 항균성을 가지는 부수적인 효과도 기대된다.

## II. 실 험

### 1. 시료 및 시약

시료로는 염색견뢰도 시험용 백면포(KS K 0905)를 액비 30 : 1의 10%(o.w.f) 탄산나트륨용액으로 3시간 동안 끓여 정련한 후, 시판하는 하이포아염소산나트륨 표백제를 30배로 희석하여 상온에서 30분간 표백하고, 티오황산나트륨 1% 용액에서 염소성분을 제거하여 사용하였다.

은 용액의 농도를 결정하기 위한 silver acetate는 표준 용액을 사용하였으며, 항균성 시험을 위해 균주로 그림양성균 *Staphylococcus aureus*(ATCC 6538), 배지로 Trypton Glucose Extract Agar, Bacto-Peptone, Beef Extract, Bacto Agar(DIFCO Lab.)를 사용하였다. Disodium phosphate 등의 기타 시약은 1급 이상을 사용하였다.

### 2. 실험 방법

#### 1) 은 용액의 제조

은판 간격을 조정할 수 있도록 제작한 수조에 수도를 연결하고, 순도 99.9%인 두장의 은판에 전압 12V

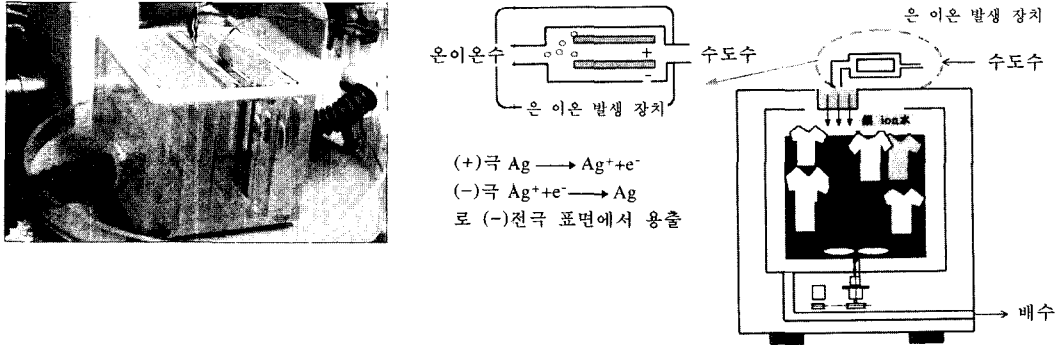


Fig. 1. The Bath for producing colloidal silver solution in a washing machine.

의 직류전원을 연결하여 은 용액은 제조하였다(Fig. 1). 이 때 수조에 높이가 다른 칸막이를 사용하여 물의 높이를 조절함으로써 반응이 일어나는 은판 면적을 변화시켰다. 은용액은 <Fig. 1>과 같이 전해질 용액 안에서 양극과 음극으로 은막대를 사용하여 전류를 통과시키면 양이온  $Ag^+$ 가 음극으로 이동하여 음극에서 은 입자가 석출되는 원리를 이용하는 것이다.

은 용액의 농도는 원자흡수 분광광도계(Atomic Absorption Spectrophotometer, AAS, AA-Scan1, Thermo Jarrell Ash Co., U.S.A)에서 silver acetate를 표준물질로 사용하여 작성한 검량곡선으로부터 결정하였다.

2) 은 용액 처리

먼 시험포는 5×10cm의 크기로 잘라 1매의 세탁용 보조포에 4매의 시험포를 부착하여, 먼저 세탁기(10Kg, 삼성전자)에서 시판 농축 세제로 권장농도 0.1%의 세액을 사용하여 퍼지 코스로 세탁하고 2회 행균, 탈수 하였다. 그 후 세탁조를 저속으로 회전시키며, 은 용액 제조 기구를 통과하여 생성된 일정 농도의 은용액을 세탁기에 공급하여 시험포에 은용액을 처리하였다.

3) 항균성

은처리 포의 항균성은 Staphylococcus aureus(ATCC 6538)를 공시균으로 사용하여 KS K 0693에 의하여 실험하였으며, 항균성의 평가는 다음 식과 같이 정균 감소율로 계산하였다.

$$\text{정균 감소율(\%)} = \frac{M_b - M_c}{M_b}$$

여기서  $M_b$  = 대조편의 18시간 배양 후의 생균수  
 $M_c$  = 시험편의 18시간 배양 후의 생균수

4) 물의 경도 측정

경수는 염화칼슘( $CaCl_2$ )을 첨가하여 제조하였으며, 경도는 Digital Titrator (HACH, cat. 16900-01)로 측정하였다.

5) 은 처리포의 색차 측정

은 처리에 따른 색의 변화를 조사하기 위하여, 은 처리 전, 후의 시험포의 반사율과 색차를 색차계(Color-Eye 2180, Macbeth, USA)를 사용하여 측정하였다. 또한 은처리에 따른 색차가 육안으로 식별되는지의 여부를 조사하기 위하여 color stain용 AATCC gray scale의 등급을 확인하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 생성된 은 용액 농도

은용액을 제조하기 위하여 물의 온도, 물에 담귀지는 은판의 면적, 은판 간의 간격, 물의 유속, 물의 경도를 달리하였을 때에 생성되는 은용액 농도를 측정하였다.

1) 물의 온도

물의 온도에 따라 은판에서 생성되는 은용액의 농도를 알아보기 위하여, 물의 유속 11초/l, 물에 잠기는 은판 넓이 85.9cm<sup>2</sup> (15cm×5.73cm), 수는 9°C, 19°C, 29°C, 39°C에서 생성된 은의 농도를 측정할 결과는 <Fig. 2>와 같다. 이 때 물의 유속은 1l의 물이 통과하는데 걸리는 시간으로 표시하였다. 가열하지 않은 수도물의 온도는 9°C이었으며, 그 보다 높은 온도의 물은 순간온수기로 가열하여 사용하였다.

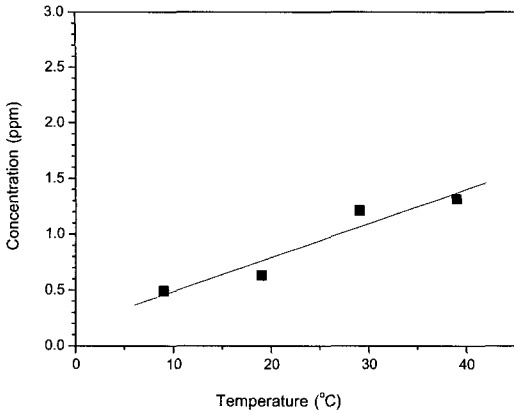


Fig. 2. Colloidal silver concentration vs. water temperature.

전류의 세기는 전압에 비례하며 저항에는 반비례하는데, 전압이 일정할 때에 금속의 온도가 높아지면 전기 저항이 증가하므로(김봉열 외, 1984) 통과하는 전류량이 증가하게 될 것이다. 또한 온도가 높아지면 물의 점성도 감소하여 전기가 잘 통하게 되어 전류량이 증가할 것이다. 패러데이의 전기분해에 관한 법칙으로부터 전극에서 석출하는 금속의 양은 금속의 화학당량과 통과한 전기량에 비례하므로 온도가 높아져서 전류량이 증가하면 생성되는 은 농도도 증가할 것이다.

$$W = keQ$$

여기서 W = 석출되는 양

k = 비례상수

e = 화학당량

Q = 일정시간 동안 흐른 전류량

실험 결과, 물의 온도가 9°C 일 때 0.50ppm, 19°C에서 0.63ppm, 29°C에서 1.21ppm, 39°C에서 1.32 ppm으로 온도가 높아지면 생성되는 은 농도가 증가하였다. 온도(°C)에 따른 생성 은 용액 농도(ppm)에 관한 회귀식은  $Y = 0.183 + 0.030X$ 이며 상관계수 0.957로 높은 정적 상관을 가졌다.

## 2) 은판 넓이

은 용액을 전기분해로 생성할 때에는 물과 접촉하여 반응하는 은판의 넓이가 은용액의 농도와 직접 관련이 있을 것으로 추정된다. 수조 내에 있는 칸막이의 높이가 다른 것을 사용하여 물에 담귀지는 은판의

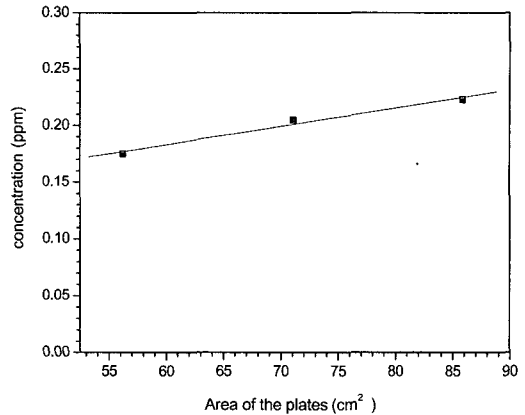


Fig. 3. Colloidal silver concentration vs. the area of silver plates.

높이를 조절함으로써 일정한 길이를 가진 은판의 넓이를 변화시켰다. 은판의 넓이가 다를 때에 은용액의 농도를 측정 한 결과는 <Fig. 3>과 같다. 이때 물의 속도는 11초//, 물의 온도 9°C, 은판 간의 간격은 36mm 이었다. 은판의 넓이가 증가할수록 생성되는 은 용액의 농도는 증가하였으며, 은판의 넓이(cm²)와 생성되는 은농도(ppm)간의 회귀식은  $Y = 0.086 + 0.002X$ 이며 상관계수 0.990로 매우 높은 정적 상관을 가졌다. 그러므로 생성되는 은 용액의 농도는 물에 담귀진 은판의 크기에 따라 크게 달라지는 것을 알 수 있다.

## 3) 은판 간의 간격

전해질 용액에 담군 두 전극 사이에 일정 전압을 가해줄 때 흐르는 전류의 세기는 용액의 전기 전도도에 의존하는데, 전기전도도는 다음식과 같다.

$$L = \frac{1}{R} = \frac{A}{t \rho}$$

여기서 R = 저항(Ω)

A = 단면적(cm²)

t = 전극간의 거리(cm)

ρ = 저항도(Ω · cm)

즉 전기전도도는 전극의 단면적에 비례하고 전극간의 거리에 반비례하므로 양극 간에 흐르는 전류의 양도 전극 간의 거리에 반비례할 것이다.

온도 19°C, 급수 속도 9초//, 은판의 면적이 각각 56.3cm²와 85.9cm², 음과 양으로 부하된 2장의 은판 간의 간격이 다를 때에 생성되는 은 용액 농도를 조

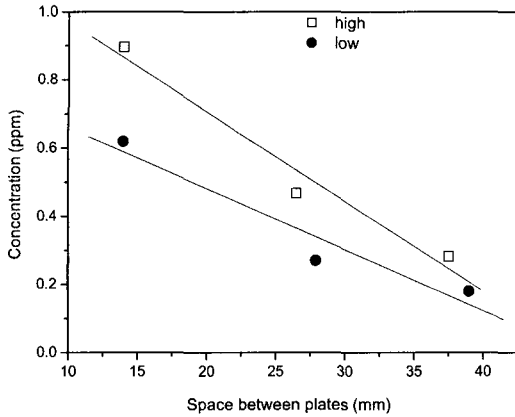


Fig. 4. Colloidal silver concentration vs. the space between silver plates.

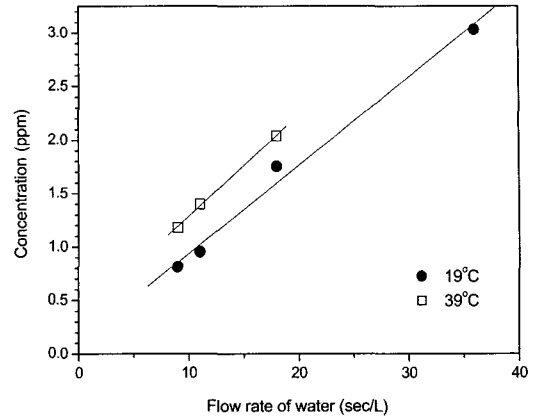


Fig. 5. Colloidal silver concentration vs. the flow rate of water.

사한 결과는 <Fig. 4>와 같다.

은판 면적이 56.3cm<sup>2</sup>일 때의 은판 간격(cm)과 은 용액 농도와와의 회귀식은  $Y=0.840-0.018X$ , 상관계수  $-0.965$ 이며, 은판 면적 85.9cm<sup>2</sup>에서의 회귀식은  $Y=1.233-0.026X$ , 상관계수  $-0.98^2$ 로 모두 높은 부적 상관을 나타내어 간격이 커질 수록 생성되는 은 용액의 농도는 낮아진다. 또한 은판 면적이 클 때에 절대 상관 계수가 더 크게 나타났다.

4) 급수 속도

본 연구에 사용된 은 용액 제조기는 수조에 공급된 물이 일정 시간 동안 은판과 접촉하는 구조를 가지고 있으므로, 급수 속도에 따라 공급된 물이 은판과 접촉하는 시간이 달라지므로 이로 인하여 생성되는 은 용액의 농도가 달라 질것으로 예측되었다. 은 제조시 공급되는 수도물의 속도에 따라 생성되는 은 농도를 측정 한 결과는 <Fig. 5>와 같으며, 이 때 급수 속도는 1/의 물이 통과하는데 소요되는 시간을 표시하였다. 급수속도가 늦으면, 즉 1/의 물을 공급하는 시간이 길어지면 은판과 접촉하는 시간이 길게 되므로 생산되는 은 농도가 증가하였다. 물 온도 19°C, 은판 간격 14mm, 은판 면적 56.3cm<sup>2</sup>의 조건에서 물의 속도가 9 초// 일 때 생성된 은 농도 0.81ppm 이었으며, 유속 11초// 에서 0.95ppm, 18초// 에서 1.75ppm, 36초// 에서 3.03ppm이었다. 이와 같은 조건에서 은판 간격 (cm)에 따른 은 농도(ppm)와의 회귀식은 온도19°C에서  $Y=1.14+0.082X$ , 상관계수 0.995, 온도 39°C에서  $Y=0.343+0.094X$ , 상관계수 0.999의 매우 높은 정적

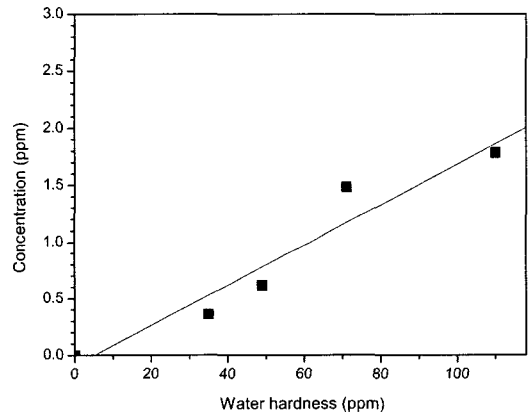


Fig. 6. Colloidal silver concentration vs. water hardnesses.

상관을 나타내었으며, 은 생성 농도와 급수 속도 간의 상관계수도 온도가 높을 때 높았다. 본 실험에서 급수 속도를 1/의 물이 통과하는데 걸리는 시간으로 나타냈으나, 단위시간 당 흐르는 물의 양으로 유속을 표시하면 유속이 커질 때 은 생성농도는 낮아진다.

5) 경도

물에 금속염 등이 녹아있으면 전도성이 증가하여 흐르는 전류량이 증가하게 된다. 대표적인 예가 물속에 칼슘 또는 마그네슘 염 등이 포함된 경수이다. 물에 포함된 금속염의 농도가 은 생성 농도에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 물의 경도(hardness)에 따라 생성되는 은 농도를 실험한 결과는 <Fig. 6>이다.

경도를 변화시키기 위하여 수도물과, 수도물에 CaCl<sup>2</sup>

를 첨가하거나, 수돗물을 증류수로 희석하여 사용하였다. 경도가 다른 물은 모터가 부착된 탱크를 사용하여 은용액 제조기에 공급하였으므로, 경수의 급수속도는 수돗물보다 느려 16초/이며 온도는 10.6°C이었다.

증류수를 사용하였을 때는 전기분해의 속도가 매우 늦어 용액 중 은 농도는 0ppm 이었으며 경도가 증가할수록 생성되는 은 농도는 증가하였다. 우리나라 상수도의 경도는 50~70ppm(정수장, 2004) 정도로 비교적 편차가 적은 편이다. 그러므로 각 가정에서 수돗물을 사용하여 은용액을 제조하였을 경우에 경도의 차이에 의한 은생성 농도의 차이는 비교적 심하지 않을 것으로 예측 할 수 있다. 경도(ppm)에 따른 생성 은 농도와의 회귀식은  $Y = -0.092 + 0.178X$ , 상관 계수 0.963으로 높은 정적 상관을 나타내었다.

2. 항균성

가정용 세탁기에 부착한 은 용액 제조기를 통과하여 제조된 은 용액으로 처리된 면직물의 *Staphylococcus aureus*(ATCC 6538)에 대한 항균성을 정균감소율로 부

터 계산한 결과는 <Fig. 7>과 같다. 은용액 농도 1.0 ppm으로 10분 이내 처리한 면직물의 균 제거율은 54.8% 이하이나, 1.3ppm의 용액으로 2분 처리 시 43.4%, 5분 처리 시 83.1%, 10분 처리 시 99.4%의 평균 제거율을 보였으며, 2.5ppm의 농도로 2분 처리 시 92%, 5분 이상 처리 시 99.9%의 균 감소율을 나타냈다. 그러므로 처리 농도가 높고 시간이 길면 균 감소율이 증가하였으며, 처리시간이 길수록 편차가 적었다. 우리나라에서 항균성의 인증에 대한 공식적인 기준이 제시되지 않았으나, 일반적으로 항균 가공 제품의 인증은 원가공포는 95% 이상, 세탁포는 90% 이상의 균 감소율이 필요한 것으로 알려져 있다. 그러므로 본 실험에서 면직물에 항균성을 부여하기 위해서는 1.3ppm의 은용액으로 10분 동안 처리하거나 2.5ppm의 용액으로 5분 이상 처리하는 조건이 효과적이라 할 수 있다. 하지만 효율적인 항균처리 조건은 비교적 낮은 농도로 처리할 때에 은입자가 균일하게 분포할 것으로 기대되므로 1.3ppm의 은용액으로 10분 동안 처리하는 것이 가장 적합한 조건으로 추정된다.

3. 은처리 포의 반사율 및 백도

은은 공기 중의 오존 또는 황에 의해 검게 변하므로, 백색 의류 제품에 항균성을 부여하기 위하여 세탁 후 은 용액을 처리하였을 때에 백도 저하가 감지되면 활용할 수 없다. 그러므로 백면포에 은용액을 10분 동안 처리한 후, 520nm에서의 반사율 및 색차를 조사하여 본 결과는 <Table 1>과 같다. 백면포와 농도 2.0ppm까지의 은용액으로 처리한 포는 반사율의 차이가 나타나지 않았다. 또한 CIELAB값도 원포와 은처리포는 큰 차이가 없으나, 면포는 은 처리에 의해 a\* 값은 증가하며 b\* 값이 감소하는 경향이 있으므로 원포에 비하여 불그스름하여지며 푸른빛을 띠게 될 것이지만 육안으로는 확인되지 않았다. 은 용액 농도가 증가하면 원포와의 DE\*값도 증가하였지만, 그 값은

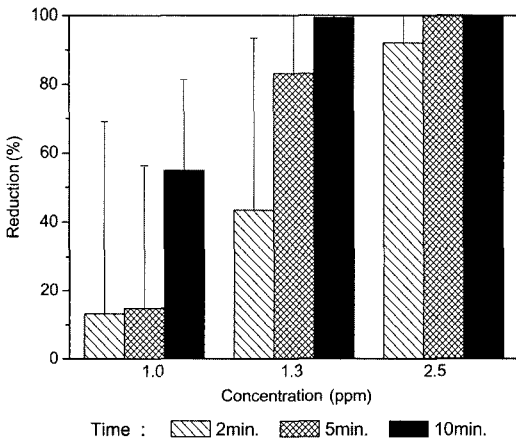


Fig. 7. Antimicrobial effects of cotton fabric treated with colloidal silver solution.

Table 1. Reflectance and color change of cotton fabrics treated with colloidal silver.

Concentration (ppm)	Reflectance change (% , 520nm)	L*	a*	b*	DE*	Staining rating
0	-	89.57	2.29	-8.36	-	-
0.8	100.2	89.30	2.25	-8.17	0.34	4-5 이상
1.3	100.2	89.31	2.56	-9.20	0.92	4-5 이상
2.0	100.3	89.93	2.51	-9.28	1.01	4-5 이상

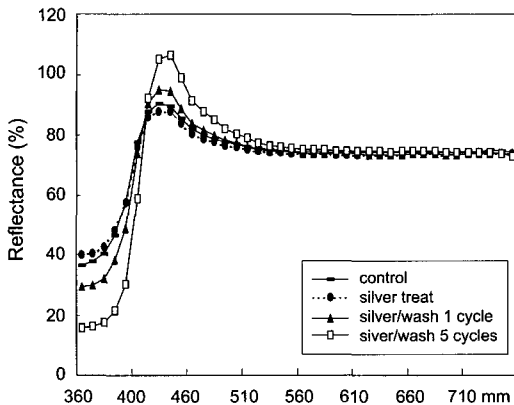


Fig. 8. Reflectance curve of colloidal silver treated cotton fabrics.

농도 2.0 ppm일 때에 1.01로 비교적 적다. CIELAB DE\*값 1.01의 색차를 오염용 AATCC Gray scale의 등급과 비교하면, 5등급의 CIELAB units는  $0 \pm 0.2$ , 4-5등급의 CIELAB units는  $2.2 \pm 0.3$ 이므로 1.3ppm은 물론이고 2.0ppm의 은용액으로 처리 시에도 4-5등급 이상으로 원포와 거의 차이가 없음을 알 수 있다.

원포, 1.3ppm으로 10분 동안 은처리한 면포 및 은처리 후 세탁한 포의 반사율 spectrum을 측정된 결과는 <Fig. 8>과 같다. 은처리는 가정용 세탁기에서 시판 농축세제로 세척하고 2회 행군 후 건조한 포에 시행하였다. 은처리 전의 원포는 420nm 부근에서는 반사율이 매우 높고 400nm 이하인 자외선 영역에서는 반사율이 매우 낮는데 이는 세제에 첨가된 형광증백제의 영향에 의한 것이다. 은용액을 1회 처리 시에는 형광증백제에 의해 반사율이 증가한 400~500nm 영역에서 원포보다 반사율이 감소하였으나, 그 이후 영역에서의 반사율은 비슷한 값을 보였다. 이는 은처리에 의해 은입자가 부착되었거나, 섬유에 부착하였던 형광 증백제가 제거된 것에 기인하는 것으로 추정된다. 일반적으로 백포의 반사율을 측정하는 520nm에서는 원포와 은처리 포의 반사율은 차이가 없었다. 은처리와 세탁 과정이 5회까지 반복되는 동안 420nm 부근에서의 반사율은 계속적으로 증가하였는데, 이는 형광증백제가 은처리 과정에서 제거되는 양보다 세척과정에서 흡착되는 양이 많아지기 때문일 것으로 추정된다.

#### IV. 결 론

세탁기에서 세탁하는 의류제품을 필요에 따라 항

균성을 부여할 수 있도록, 전기분해법으로 생성한 은용액을 처리하기 위한 방법을 검토하였다. 은판의 간격, 물에 담귀지는 은판의 면적, 급수 속도와 온도를 달리하였을 때에 생성되는 은용액의 농도를 조사하였으며, 세탁기에서 처리 시 항균성을 가지는 은의 농도를 결정하였다. 한편 은 입자는 공기 중에서 검게 변하므로, 항균성을 가지나 백도가 저하되지 않는 조건을 검토하여 다음의 결과를 얻었다.

1) 생성되는 은용액의 농도는 물에서 반응하는 은판 넓이가 증가하거나, 수온이 높아지면 증가하였다. 그러나 은판 간의 간격과 급수 속도와는 반비례하였으며, 경도가 증가하면 은 농도는 증가하였다.

2) 은용액으로 처리한 포의 항균효과는 표면에 흡착한 은입자에 의하여 나타나므로 용액전체에 걸쳐 균일한 농도를 유지하는 것이 요구된다. 가정용 세탁기에서 은용액으로 처리한 포가 효과적인 항균성을 나타내는 조건은 은 농도 1.3ppm의 용액으로 10분 정도 처리하는 것이 적합하였으며, 이보다 짧은 시간 동안 처리하면 재현성이 좋지 않았다.

3) 백면포를 은용액으로 처리하면 반사율, L\* 및 오염등급의 변화는 매우 적었다. 1.3ppm으로 10분 처리 시 색차 변화량은 매우 적으나, L\*값은 감소, a\* 값은 증가, b\* 값은 감소하는 경향을 나타내었다. 세탁 후 은용액 처리 시에는 세제 중의 형광증백제에 의한 영향이 매우 커서 백도가 오히려 증가하였으며, 은처리와 세탁을 반복할수록 반사율은 더 증가하였다.

이상의 결과로부터 가정용 세탁기에 부착할 수 있는 은용액 제조기를 통하여 공급된 은콜로이드 용액으로 세척포를 처리하여 항균성을 가지며 백도 저하가 감지되지 않기 위해서는 1.3ppm의 농도를 10분 동안 처리하는 것이 바람직하다. 또한 1.3ppm의 일정한 농도로 은용액을 생성하기 위해서 고려할 사항은 다음과 같다. 우리나라의 각 가정에서 세탁기에 급수되는 수도물의 온도는 계절에 따라 차이가 있으며, 경도는 가정에 따른 차이는 적으나 조질이 어려우며, 급수 속도는 세탁기의 수압 조절 장치를 이용하여 비교적 일정한 수압을 유지할 수 있는 요인이다. 그러므로 은농도를 조절할 수 있는 조건은 은판의 면적과 은판의 간격이며, 은 농도의 편차를 되도록 줄이기 위해서는 되도록 은판의 간격을 늘리고, 이 조건에서 일정한 은 농도를 생성하도록 은판의 면적을 결정하는 것이 유리한 방법이라고 보여진다.

## 참고문헌

- 권오경, 최영희, 문제기, 손부현. (2003). 광촉매를 이용한 셀룰로오스섬유의 기능화에 관한 연구 - 항균, 소취성 및 자외선 차폐성을 중심으로. *한국의류산업학회지*, 5(4), 395-398.
- 김봉열, 박상희, 정현상, 채영석, 이재인, 박광현. (1984). *기초전기공학*. 서울: 겐지사.
- 나노기술 적용 원사 국내 첫 개발. (2004, 2. 26). *삼성디자인넷*, 자료검색일 2004, 4. 27, 자료출처 <http://www.samsungdesign.net>
- 세균 없애주는 건강셔츠 개발. (2003, 12. 9). *삼성디자인넷*, 자료검색일 2004, 4. 27, 자료출처 <http://www.samsungdesign.net>
- 송희순, 김현진. (2003). 계면중합에 의한 로즈우드 마이크 로캡슐 제조 및 방향, 항균가공. *한국의류학회지*, 27(2), 200-208.
- 오선화, 강영수, 박수민. (2002). 소취섬유의 제조에 관한 연구(II)-산화티탄(IV)을 이용한 소취섬유의 제조 및 TiO<sub>2</sub> sol 용액의 농도가 소취율에 미치는 영향. *한국 염색가공학회지*, 14(3), 147-154.
- 이은지, 정성훈, 이범수. (2001). 은콜로이드를 이용한 면직물의 항균가공. *한국섬유공학회 추계학술발표회 논문집*, 34(2), 390-391.
- 이재원, 남창우, 고석원. (1999). Acrylamidomethyl Chito-oligosaccharide를 이용한 면직물의 향미생물가공. *한국 섬유공학회지*, 36(10), 769-775.
- 이훈주, 정성훈. (2001). 나노사이즈의 은콜로이드 용액을 이용한 폴리에스테르 부직포의 항균가공. *한국섬유공학회 추계학술발표회 논문집*, 34(2), 386-389.
- 정수정 수질검사 결과. (2004. 3). *서울특별시 상수도 사업본부*. 자료검색일 2004, 4. 27, 자료출처 <http://water.seoul.go.kr>.
- 피부염 유발 곰팡이 제거. (2003, 7. 3). *매일 경제신문*, 자료 검색일 2004, 4. 27, 자료출처 <http://www.mk.co.kr/>
- 高野光男, 横山理雄. (1991). *新 殺菌工學 實用ハンドブック*, 東京: Science-Forum, pp. 467-477.
- AATCC Technical Manual. (1990). AATCC Evaluation procedure 2, ISO 105-A03.
- Lee, H. J. & Jeong, S. H. (2002). Antibacterial Finishing and Laundering Durability on Woven Fabrics Using Nano-sized Silver Colloids. *Proceeding of SOTSEA*, 141-145
- Mucha, H., Hofer, D., Assfalg, S. & Swerev, M. (2002). Antimicrobial finishes and modifications. *Melliand Textilberichte: International textile reports: Textiltechnik, Textilmaschinen, Textilveredlung, Textilchemie, Textilindustrie*, 83(4), 238-243.
- Nakashima, T., Sakami, H., Ito, H. & Matsuo, M. (2001). Antibacterial Activity of Cellulose Fabrics Modified with Metallic Salts. *Textile Res. J.*, 71(8), 688-694.